

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06291045 A**

(43) Date of publication of application: 18.10.94

(51) Int. Cl

**H01L 21/205**

**C23C 16/24**

**C23C 16/50**

(21) Application number: **04194766**

(22) Date of filing: **29.06.92**

(71) Applicant: **NISSIN ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor:  
**MITSUTA YOSHIE**  
**KUWABARA SO**  
**KIRIMURA HIROYA**

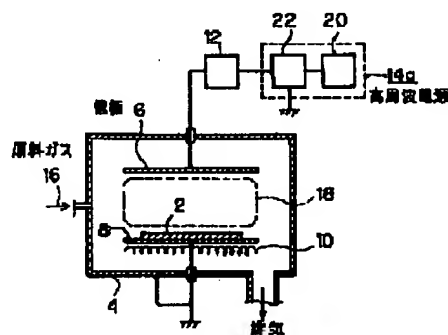
**(54) METHOD FOR FORMING SILICON FILM**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To suppress the generation of particles and at the same time achieve quick formation by further improving a method for forming a film using a high-frequency power which is double-modulated.

**CONSTITUTION:** A mixed gas consisting of silane and inactive gas is used for a feed gas 16 for forming a film. Also, a high-frequency power which is modulated for interrupting a source high-frequency signal and then is modulated for the second time for interrupting with a shorter period than the first modulation is supplied to an electrode 6 from a high-frequency power supply 14a.

**COPYRIGHT: (C)1994,JPO**



AN8

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-291045

(43) 公開日 平成6年(1994)10月18日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
C 2 3 C 16/24		8116-4K		
16/50		8116-4K		

審査請求 有 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平4-194766

(22) 出願日 平成4年(1992)6月29日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 光田 良枝

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日  
新電機株式会社内

(72) 発明者 桑原 創

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日  
新電機株式会社内

(72) 発明者 桐村 浩哉

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日  
新電機株式会社内

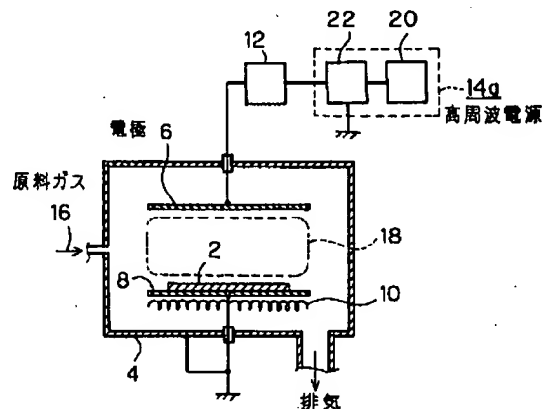
(74) 代理人 弁理士 山本 恵二

(54) 【発明の名称】 シリコン膜の形成方法

(57) 【要約】

【目的】 二重変調をかけた高周波電力を用いる成膜方法を更に改善して、パーティクル発生抑制と共に、高速成膜を可能にした成膜方法を提供する。

【構成】 成膜用の原料ガス16に、シランと不活性ガスとの混合ガスを用いる。また、電極6に対して、高周波電源14aから、元となる高周波信号に対して、それを断続させる第1の変調と、この第1の変調よりも短い周期で断続させる第2の変調とをかけた高周波電力を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極間の高周波放電によってプラズマを発生させるプラズマCVD法によって基板上にシリコン膜を形成する方法において、原料ガスにシランガスと不活性ガスとの混合ガスを用い、かつ前記電極に、元となる高周波信号に対して、それを断続させる第1の変調と、この第1の変調よりも短い周期で断続させる第2の変調とをかけた高周波電力を供給することを特徴とするシリコン膜の形成方法。

【請求項2】 前記第1の変調の周波数が400Hz～1KHzの範囲内にあり、かつ前記第2の変調のオン期間が0.5μsec～100μsecの範囲内、オフ期間が3μsec～100μsecの範囲内にある請求項1記載のシリコン膜の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、高周波放電を用いたプラズマCVD法によって基板上にシリコン膜を形成する方法に関する。

【0002】

【先行技術】図3は、従来のプラズマCVD装置の一例を示す概略図である。図示しない真空排気装置によって真空排気される真空容器4内に、電極6とホルダ兼電極8とを対向させて収納している。ホルダ兼電極8は接地されており、その上に成膜しようとする基板2が載せられる。基板2は例えばヒータ10によって加熱される。

【0003】両電極6、8間には、マッチングボックス12を介して高周波電源14から高周波電力が供給される。この高周波電力は、従来は連続した正弦波であり、その周波数は通常は13.56MHzである。

【0004】真空容器4内には、成膜用の原料ガス16が導入される。この原料ガス16は、従来はシランガス(SiH<sub>4</sub>)と水素(H<sub>2</sub>)ガスとの混合ガスである。

【0005】このような装置において、真空容器4内に上記のような原料ガス16を導入して真空容器4内を例えば数百mTorr程度にすると共に、電極6、8間に高周波電源14から高周波電力を供給すると、両電極6、8間で高周波放電が生じて原料ガス16がプラズマ化され(18はそのプラズマを示す)、これによって基板2の表面にシリコン膜が形成される。

【0006】ところでこのようなプラズマ18中には、良質なシリコン膜を形成するのに寄与するラジカル(活性種)と、膜形成に不必要でパーティクル発生の原因となるラジカルとが混在するが、上記のような従来の方法では、不必要なラジカルの発生を抑制する手段がなく、パーティクルの発生を抑制することができないという問題があった。

【0007】これを解決するものとして、同一出願人は、二重変調をかけた高周波電力を用いる成膜方法を開発した。図1の装置は、この成膜方法を実施するもので

あり、ここでは従来の高周波電源14の代わりに、任意の信号波形を発生させることができる高周波信号発生器20と、それからの高周波信号を電力増幅する高周波パワーアンプ22とで構成された高周波電源14aを用いている。そしてこれによって、図2に示すように、元となる高周波信号に対して、それを周期Tで断続させる第1の変調と、この第1の変調よりも短い周期で断続させる第2の変調とをかけた(即ち二重変調をかけた)高周波電力を、前述した電極6に供給するようにしている。

【0008】このような二重変調をかけた高周波電力を用いることにより、プラズマ18中のラジカルの発生消滅に大きく寄与する電子温度を制御することが可能になり、これによって、良質な膜形成に寄与するラジカルの優先生成および不必要なラジカルの抑制が可能になり、パーティクルの発生を抑制することができる。

【0009】上記高周波電力の元となる高周波信号は、例えば従来例と同様に13.56MHzの正弦波信号であるが、これに限定されるものではない。

【0010】また、上記高周波電力の第1の変調の周波数(1/T)は、ラジカルの寿命が一般的にmsecオーダーであることから、400Hz～1KHzの範囲内に選ぶのが好ましい。また、電子温度遷移のカーブ等からみて、第2の変調の間隔は、オン期間t<sub>1</sub>を0.5μsec～100μsecの範囲内に、オフ期間t<sub>2</sub>を3μsec～100μsecの範囲内に選ぶのが好ましい。

【0011】

【発明の目的】上記二重変調をかけた高周波電力を用いる成膜方法によれば、パーティクル発生の抑制が可能になるが、シリコン膜の成膜速度が低く(但し、従来技術と比較すると成膜速度は向上している)、この点になお改善の余地があることが分かった。

【0012】そこでこの発明は、上記のような二重変調をかけた高周波電力を用いる成膜方法を更に改善して、パーティクル発生の抑制と共に、高速成膜を可能にした成膜方法を提供することを主たる目的とする。

【0013】

【目的達成のための手段】上記目的を達成するため、この発明のシリコン膜の形成方法は、原料ガスにシランガスと不活性ガスとの混合ガスを用い、かつ前述したような電極に、元となる高周波信号に対して、それを断続させる第1の変調と、この第1の変調よりも短い周期で断続させる第2の変調とをかけた高周波電力を供給することを特徴とする。

【0014】

【作用】従来の成膜方法や前述した二重変調をかけた高周波電力を用いる成膜方法でシリコン膜の成膜速度が低いのは、種々検討した結果、原料ガスにシランガスと水素ガスとの混合ガスを用いており、このガスを用いたS iH<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>プラズマ中に形成されるH<sub>2</sub>ラジカルによ

て、基板上に形成されるアモルファスシリコン層がエッチングされるのが一因であることが分かった。

【0015】これに対して、この発明のように、原料ガスにシランガスと不活性ガスとの混合ガスを用いると、プラズマ中の $H_2$ ラジカルが大幅に減るので、それによるアモルファスシリコン層のエッチング効果が抑制され、成膜速度が向上する。即ち、高速成膜が可能になる。

【0016】また、この発明の場合も、前述したような二重変調をかけた高周波電力を用いるので、パーティクル発生10の抑制および緻密で良質の成膜が可能である。

【0017】

【実施例】図1に示した装置を用いて、かつ図2に示したような二重変調をかけた高周波電力を用いて、次のような条件で基板2上にシリコン膜を形成した。

【0018】原料ガス16:  $SiH_4 + He$

基板2: 100mm角のガラス基板

電極6、8のサイズ: 300mm角

基板と電極6間の距離: 50mm

元となる高周波の周波数: 13.56MHz

第1変調の周波数: 1KHz

第2変調の間隔: オン期間 $t_1 = 10\mu sec$

オフ期間 $t_2 = 10\mu sec$

ガス流量:  $SiH_4$  30ccm

He 250ccm

成膜時の真空容器内ガス圧: 0.1Torr

基板温度: 250℃

高周波出力: 200W

【0019】その結果、基板2上にシリコン膜を約50nm/minの成膜速度で形成することができた。ちなみに、同条件の場合の前述した $SiH_4 + H_2$ ガス使用で二重変調方式による方法の成膜速度は、約25nm/minであり、それに比べてこの実施例では2倍の成膜速度が得られた。

【0020】また、上記実施例の場合の、基板2の表面での直径0.3 $\mu m$ 以上のパーティクル密度は、30個/100mm角であり、前述した $SiH_4 + H_2$ ガス使用で二重変調方式による方法の場合と同程度のパーティク

ル抑制効果が得られた。

【0021】また、上記実施例の場合、シリコン膜中へのHeの混入もなく、シリコン膜の光学的バンドギャップも1.8~1.9eVと大きく(ちなみに理想値は1.9eV)、膜特性も良好であることが確かめられた。

【0022】しかも上記実施例の場合、爆発性ガスである $H_2$ に替えて不活性ガスであるHeを用いているため、安全性が高まるという効果も得られる。

【0023】なお、シランガスと混合する不活性ガスには、Ne等のHe以外の不活性ガスを用いても良く、その場合でも、Heの場合と同様に、 $H_2$ ラジカルによるアモルファスシリコン層のエッチング効果を抑えることができるので、成膜速度を高めることができる。

【0024】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、原料ガスにシランガスと不活性ガスとの混合ガスを用いることで、プラズマ中の $H_2$ ラジカルが大幅に減るので、それによるアモルファスシリコン層のエッチング効果が抑制され、高速成膜が可能になる。

【0025】しかも、上記のような二重変調をかけた高周波電力を用いることで、膜形成に不必要なラジカルの抑制が可能になり、パーティクルの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例に用いたプラズマCVD装置の一例を示す概略図である。

【図2】二重変調をかけた高周波電力の波形の一例を示す概略図である。

【図3】従来のプラズマCVD装置の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

2 基板

6 電極

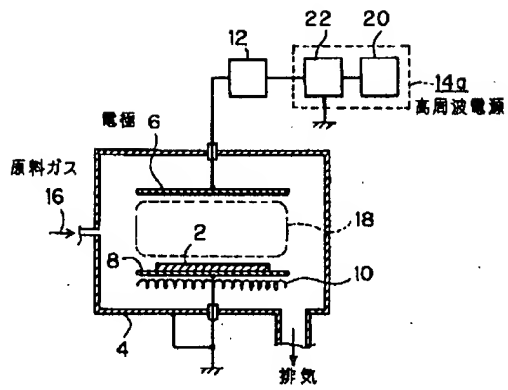
8 ホルダ兼電極

14a 高周波電源

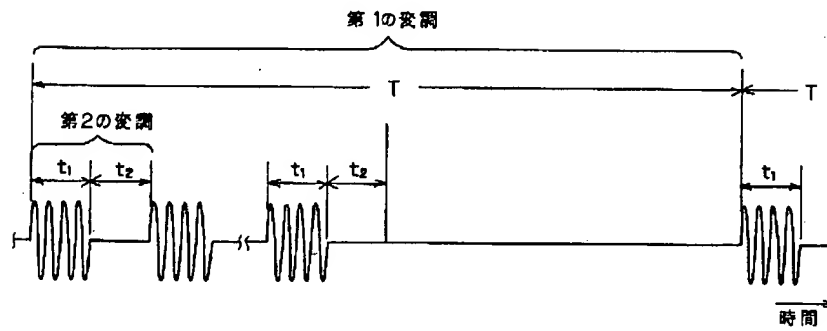
16 原料ガス

18 プラズマ

【図1】



【図2】



【図3】

